

基于 GIS 的北京市机动车污染数据库的开发和应用

唐嘉平, 傅立新, 郝吉明, 吴烨, 贺克斌(清华大学环境科学与工程系, 北京 100084)

摘要: 利用 GIS 技术建立机动车污染数据库, 能动态、直观地反映机动车污染的时空分布规律, 为机动车污染控制研究提供强有力的工具. 本研究以 ArcView 为主要的 GIS 开发工具, 通过属性数据和空间数据的链接, 实现了北京市机动车污染数据库的地图化表现、动态查询、基本空间分析等功能, 从而为机动车污染数据库提供了技术支持. 利用该系统, 可以对北京市机动车污染物的排放、浓度和分担率的空间分布规律进行 GIS 实例分析.

关键词: 地理信息系统(GIS); 机动车污染; 数据库; 空气污染

中图分类号: X511 文献标识码: A 文章编号: 0250-3301(2000)06-03-0095

Development and Applications of Database for Beijing Vehicular Emissions Based on GIS

Tang Jiaping, Fu Lixin, Hao Jiming, Wu Ye, He Kebin(Dept. of Environmental Science and Engineering, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

Abstract: The database for vehicular emissions based on GIS technology, which can illustrate the spatial distribution of emission dynamically and visually, can provide the powerful tool for the study on vehicular emissions in emissions control strategy. Using ArcView GIS as the main development tool of the Database for Beijing Vehicular Emissions, authors joined spatial and attribute data, and achieved the functions of data operation, graphical expression, dynamic query, and basic spatial analysis. This system helped us to make the study on the regularity of vehicular emission distribution of emissions intensity, concentration, and partition rate in Beijing.

Keywords: Geographical Information System (GIS); vehicular emission pollution; database; air pollution

地理信息系统(Geographical Information System, GIS)技术已经应用于城市机动车污染问题的研究. G. Gualtieri 等人利用 GIS 数据库对佛罗伦萨市的机动车污染水平进行了模拟, 并结合相关模型建立了交通污染预报系统^[1]. Sue Collins 等人以 Arc/Info GIS 技术为手段建立了城市区域交通污染预测模型^[2]. 其运用重点主要在于建立与地理数据关联的机动车污染信息数据库, 对排放分布进行直观动态的表现和分析.

本研究以 GIS 技术为手段, 对北京市机动车污染现状进行了研究. 力图建立一个容纳机动车污染信息, 能动态反映机动车污染时空分布规律的信息系统. 其研究结果将为典型城市机动车污染控制策略的制定提供技术和决策支持.

1 数据库的总体结构

本数据库以基于 Windows 平台的 ArcView GIS3.0 为主要的数据库开发软件. 采用基于工作站平

台的 Arc/Info GIS 软件进行地图数字化和相关属性的生成. 用 Access、AutoCAD 等作为辅助工具进行数据编辑和加工.

数据分为空间数据和属性数据 2 大类. 空间数据用于对空间地理对象的描述. 以北京地区 1992 年版 1:25000 数字化地形图为背景地图, 并对道路进行了更新. 空间数据以层(Theme)的形式存储和表达. 主要层包括: 行政区界、市区主路(单线)、道路(双线)、网格层、建筑区、水系、铁路、注记、加油站、大气监测点等. 其中, 主路、道路和网格层是研究的重点层面.

属性数据以 DBF 表(Table)的格式存储, 主要包括: (1)地理数据(人口、面积、行政区界等); (2)车辆登记分布数据(保有量、车型构成等); (3)道路系统数据

基金项目: 福特-中国发展基金资助课题(9712705)
作者简介: 唐嘉平(1975~), 男, 现为清华大学能源、环境与经济研究院研究生, 从事机动车污染控制和温室气体减排方向的研究.
收稿日期: 1999-12-15

(路长、路名、车道数等);(4)车辆运行数据(车流量、平均车速等);(5)车辆维护检查数据(维修站、路检、年检数据等);(6)油料数据(油品质量、加油站和储油库信息等);(7)环境质量数据(道路边及大气中污染物的排放及浓度等);(8)时间变化数据(排放时间变化系数等)。

2 系统的功能实现

数据库中的交通源被划分为线源和面源。对市区 179 条主路,作为线源考虑,通过对不同道路车型比例、车流量、平均车速等情况的详细调查,计算排放强度。对无法进行详细调查和监测的细小路网,将研究区域划分成 364 个 $1.5 \times 1.5 \text{ km}^2$ 的网格,认为污染物的排放强度和浓度在同一网格内是分布均匀的,而在不同网格间的分布则由各网格的道路、人口密度等因素决定,从而简化为面源处理。

空间对象分为点、线、面对象,每一个对象对应一条记录。利用 ArcView 的链接功能(Joining),以唯一的记录号为关键字,实现了空间数据和属性数据的关联。

空间数据以 coverage 格式存储,以图(Shape)的形式输入输出。环境信息数据以通用数据库格式 .DBF 存储,以表的形式输入输出。这样便于引入外部数据库,从而实现数据共享和动态更新。

机动车污染数据库实现了以下功能:

- (1)基本数据库功能 对空间数据和属性数据进行添加、修改、删除,并与外部数据库进行数据交换。
- (2)地图化表现功能 形成各种形式的污染专题地图和统计图。
- (3)动态查询功能 对空间对象和属性信息进行选择、查询、排序和统计。
- (4)基本空间分析功能 对污染物排放分布规律进行基本空间分析。

3 北京市机动车污染的实例分析

以 1995 年为基准年,对规划市区内 1040 km^2 的区域和 179 条市区主路进行了 CO 和 NO_x 的排放强度、浓度和分担率的 GIS 分析,并生成了相应的专题地图。排放源的具体计算结果由修正的 MOBILE5 模型得到*。

3.1 排放源强分析

从图 1 可以看出,高排放水平的道路主要集中在二环、三环路上,尤其以南二环西段、西二环中段北段、北三环东西两段、西三环南北两段最为严重。通过对线源的排放分析发现,市区内机动车排放 CO 102.8 万 t,

NO_x 6.9 万 t。其中,右安门东滨河路、西滨河路、北三环东路、德胜门西大街等 21 条路段 CO 年均排放强度超过 2000 t/a , NO_x 年均排放强度超过 230 t/a ,为排放控制的重点路段。

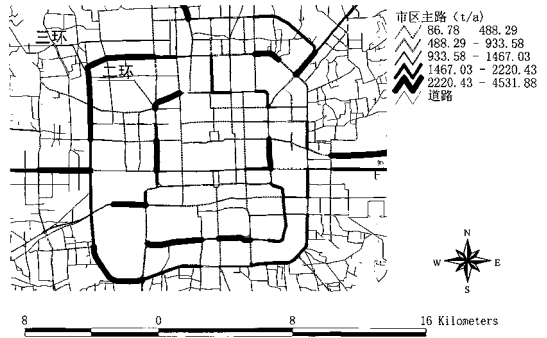


图 1 线源 CO 年均排放量污染综合图(t/a)

从图 2 可以看出,面源排放最高值为 1538.23 kg/h ,最低值为 100.83 kg/h ,相差约 15 倍,分布很不均匀。总地说来,排放分布从城市中心向边缘逐渐递减。面源排放水平较高的区域主要集中在三环以内。三环以内区域仅占研究区域的 25%,但污染物的排放量占研究区域总排放量的 40%。宣武区全区、朝阳区东部、东城区西部、石景山区中部是高排放区域。排放水平最高的 10 个网格中,有 6 个位于宣武区。上述区域是排放控制的主要区域。

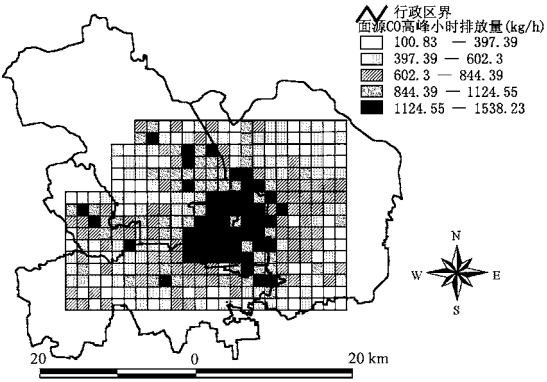


图 2 面源 CO 高峰小时排放量污染综合图(kg/h)

3.2 污染浓度分析

在得到线源排放水平的基础上,通过 ISCST3 大气

* 何东全. 城市机动车污染评价体系及排放控制目标的研究. 清华大学环境科学与工程系, 1999: 63~ 92.

扩散模型计算,得到面源浓度分布.从图3看出,面源浓度^[3]最高值为6065.86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,最低值为895.54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,相差约7倍.年均浓度较高的区域主要分布在二环沿线,东城区东部南部、西城区南部、宣武区北部、崇文区北部和丰台区东北部.浓度最高的10个网格中,有7个位于东城区.上述区域是进行空气质量控制的主要区域.

GIS分析表明,CO的平均日均峰值为3900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,达到国家二级标准,但有1/3的网格超标.相比之下, NO_x 污染比较严重. NO_x 年均值为120.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,超过国家二级标准1倍以上,东城区的北部东部、宣武区东部浓度超过250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

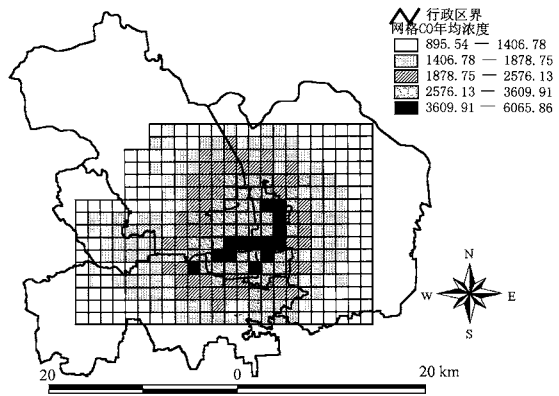


图3 网格CO年均浓度污染综合图($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

3.3 浓度分担率分析

浓度分担率通过ISCST3模式计算得出.从图4可知,CO的浓度分担率分布相对比较均匀,大部分在70%~90%之间.东城区、崇文区和宣武区分担率相对较高.对 NO_x 进行同样的分析,分担率均在50%~80%之间.说明在整个市区内,机动车污染贡献率的分布是比较平均的.CO、 NO_x 浓度中机动车污染的分担率较高,这说明北京市区的污染已呈现明显的交通污染特征,且比较严重.

4 小结

引入GIS技术作为研究手段,克服了现行机动车

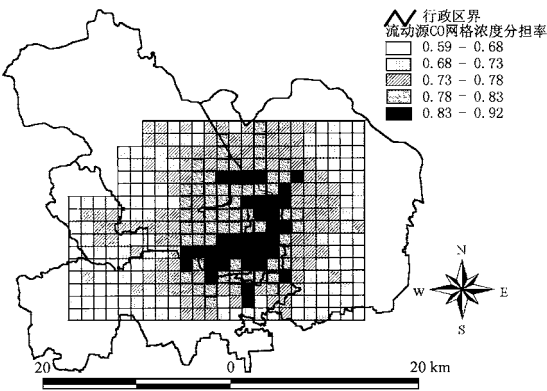


图4 网格CO浓度分担率污染综合图

污染管理数据库中环境信息空间联系缺乏,表达不力的缺憾. GIS对空间数据强大的处理能力能够使空间数据和属性数据发生关联,为污染分布的模拟、分析和预报提供了十分便利的工具.

初步分析了北京市机动车污染物排放的空间规律,并确定了重点监控路段和区域. 污染物总的分布规律是市区内二、三环沿线区域高,向四周区县逐级递减. 这同市中心车流密度高的情况基本一致. 二、三环沿线区域是控制机动车污染的重点区域.

参考文献:

- 1 Gualtieri G, Tartaglia M. Predicting Urban Traffic Air Pollution: A GIS Framework. Transportation Research—Part D: Transport & Environment, 1998, 13 (5): 329~ 226.
- 2 Sue Collins et al, Peter Fisher eds. Selected Papers from A GIS Approach to Modeling Small Area Variations in Air Pollution within a Complex Urban Environment. Innovations in GIS 2. In the Second National Conference on GIS Research UK (GISRUK), 1996, 245~ 253.
- 3 李本纲等. 地理信息系统在环境模型研究中的应用. 环境科学, 1998, 19(3): 87~ 90.
- 4 ArcView GIS——The Geographic Information System for Everyone. ESRI. Inc. 1996. 20.